

Na čem pracujeme: AtLAST: řešení pro studium Slunce i hvězd v submilimetrové oblasti spektra

20.5.2024 - | Astronomický ústav AV ČR

Naše Slunce je zdrojem záření v celé široké oblasti spektra. Nejvíce záření přichází v oblasti viditelného záření, kde jsou citlivé i naše oči. Zcela přirozeně má tedy historie slunečních pozorování v této oblasti záření nejdelší historii. S rozmachem moderních přístrojů, z nichž některé musely být vyslány mimo zemskou atmosféru, se ale ukázalo, že důležité informace lze získat i z pozorování jak ve vysokoenergetických oblastech, jakou je třeba rentgenové nebo ultrafialové záření, tak i v režimu velmi měkkého záření rádiových vlnových délek. V posledních letech však narůstá zájem i o využití oblasti submilimetrových (terahertzových) vln, které ve spektru najdeme mezi infračerveným a mikrovlnným zářením.

Jasným důkazem je stavba a provoz rozsáhlého systému rádiových antén na náhorní plošině Chajnantor v Čile, kde sídlí srdce interferometru ALMA (Atacama Large Millimeter Array). Se silným přispěním českých astronomů dnes ALMA umí pozorovat i Slunce, přestože v samotných počátcích k tomu observatoř nebyla připravena a mnoho specifických postupů pro sluneční pozorování muselo být teprve vyvinuto „za běhu“. K nim patří i náročné kombinování velmi detailních obrazů získaných radiovou interferometrií s ucelenějším avšak ne tak detailním pohledem získaným velmi rychlým skenováním celé oblasti jednou anténou. To je u pozorování Slunce klíčové, protože obraz v zorném poli v sobě obsahuje široký rozsah prostorových škál a navíc má poměrně rychlou dynamiku. A právě zkušenosti s pozorováním Slunce (a dalších dynamických astrofyzikálních systémů) na ALMĚ vedly k myšlenkám o stavbě obří rádiové antény se superrychlým zobrazováním, která by byla vhodnějším přístrojem pro pozorování dynamických systémů a tedy i Slunce. Pro sluneční fyziky je zajímavá i skutečnost, že v noci by mohla sledovat projevy aktivity jiných hvězd a poskytnout tak úplnější a obecnější obraz o erupcích a magnetické aktivitě hvězd. Proto se světová komunita slunečních fyziků do přípravy projektu s nadšením pustila.

Submilimetrová oblast spektra je z hlediska slunečního výzkumu totiž zajímavá zejména v tom, že základ jejího záření pochází z chromosféry, vyšší vrstvy sluneční atmosféry. V submilimetrovém oboru je chromosféra opticky tlustá. Chová se tak jako fotosféra v optické oblasti spektra, přičemž právě tato skutečnost byla klíčová k pochopení, jak se fotosféra chová. I chromosféra přispívá zářením v oblasti viditelného záření, v drtivé většině případů jde ale o záření čarové, které navíc podléhá složitým vlivům lokální nerovnováhy plazmatu. Takže třeba určení kinetické teploty plazmatu v chromosféře není snadným úkolem. Podobný problém nastává v jevech s chromosférou bytostně spojených – ve filamentech, protuberancích nebo erupcích. V submilimetrové oblasti ovšem tok záření přímo odpovídá teplotě plazmatu v chromosféře. Pro diagnostiku naprostá výhoda.

Návrh na stavbu nového přístroje AtLAST (Atacama Large Aperture Submillimeter Telescope) a na jeho zapojení do slunečního výzkumu vychází ze zkušeností jiných rádiových observatoří na světě, ALMU nevyjímaje. Pozorování Slunce jsou totiž do jisté míry specifická: vyžadují rozumné prostorové rozlišení, vysokou snímkovací frekvenci, možnost pořízení snímku celého disku. A to ve velkém dynamickém rozsahu, neboť myslitelné teploty studovaných jevů jsou v rozsahu od deseti tisíc Kelvinů (pro pozadovou chromosféru) po desítky milionů Kelvinů (v jádrech erupcí). To odpovídá obrovskému dynamickému rozsahu, s nímž se musí přístroj vyrovnat. Pro sluneční fyziky je zdaleka nejzajímavější a nejlákovější možnost synergie společných pozorování observatoře ALMA a teleskopu

AtLAST. Superrychlé zobrazení větších prostorových škál díky nasazení mnoha-pixelového detektorového pole a jejich významný překryv s detailními škálami obrazu získanými interferometrickou syntézou antenního pole ALMA významně zlepši vlastnosti kombinovaného zobrazování a poskytne kvalitativně úplně nová data.

A pak tu jsou jiné magneticky aktivní hvězdy. Toky záření od nich jsou mnohonásobně nižší než od Slunce. Přitom mít srovnatelná pozorování tím samým přístrojem je velkou výhodou, pokud se tato pozorování vzájemně porovnávají. Dalekohled tedy musí mít možnost pracovat i v režimu „sed' a zírej“, kdy dlouhou dobu pořizuje sekvenci pozorování jednoho objektu. Zapomenout nesmíme ani na pozorování polarizovaného záření, které je klíčové k určení charakteru magnetických polí.

Rozsáhlé mezinárodní konzorcium, na němž se podílí i pracovníci ASU především v osobě Miroslava Bárty, usiluje o stavbu samostatné 50metrové antény v místě, kde dnes pracuje ALMA. Dalekohled vybavený přelomovými technologiemi, jako jsou vícepixelové rádiové detektory, syntéza současných pozorování ve více frekvenčních pásech nebo rychlé skenování cíle by mohl způsobit přelom v problematických partiích sluneční fyziky, jako je například ohřev koróny nebo detaily průběhu slunečních erupcí. AtLAST by také doplnil chybějící pozorovací pásmo při kampaních s dalšími pozemními i kosmickými přístroji, čímž by výrazně zvýšil naše povědomí o procesech, které probíhají jak na Slunci, tak na jiných hvězdách. AtLAST cílí na to, aby bylo možné pozorování a analýzy dnes běžné v optické oblasti spektra provádět i v okně submilimetrových vln.

S. Wedemeyer, M. Bárta a kol., *Atacama Large Aperture Submillimeter Telescope (AtLAST) Science: Solar and Stellar observations*, Open Research Europe v tisku, preprint arXiv:2403.00920.

<https://www.asu.cas.cz/articles/2274/19/na-cem-pracujeme-atlast-reseni-pro-studium-slunce-i-hvezd-v-submilimetrove-oblasti-spektra>